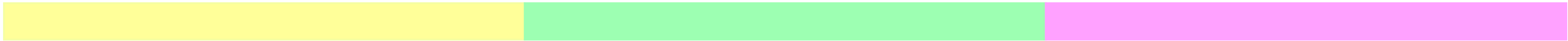
ALGORITAM ZA OPTIMIZACIJU TRANSPORTNIH LANACA

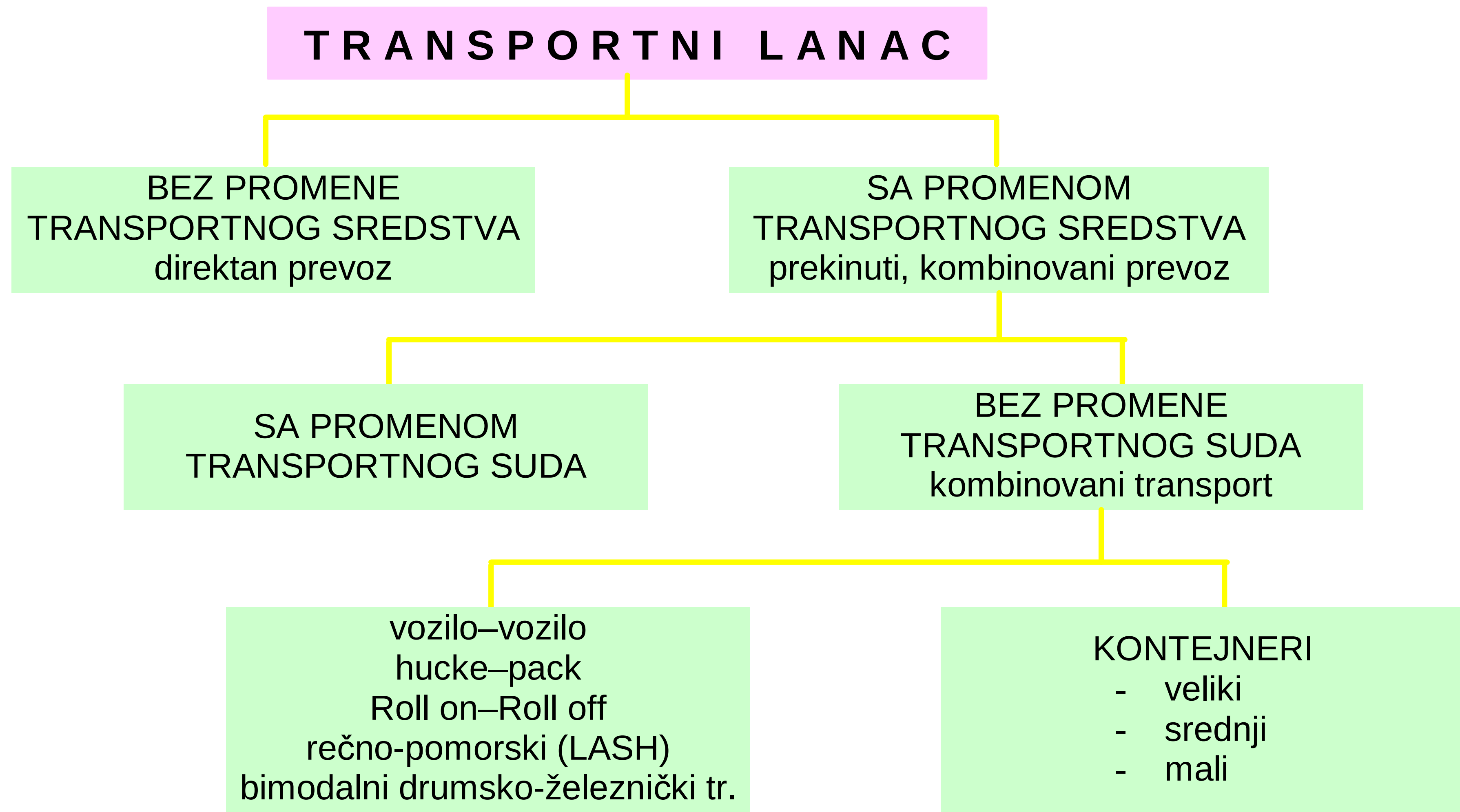


Prof.dr Slobodan Zečević

Transportni lanac

- Transportni lanac najčešće se definiše kao skup transportnih, pretovarnih, skladišnih aktivnosti koje omogućavaju da se roba, teret premesti od pošiljaoca do primaoca.

Varijante transportnog lanca

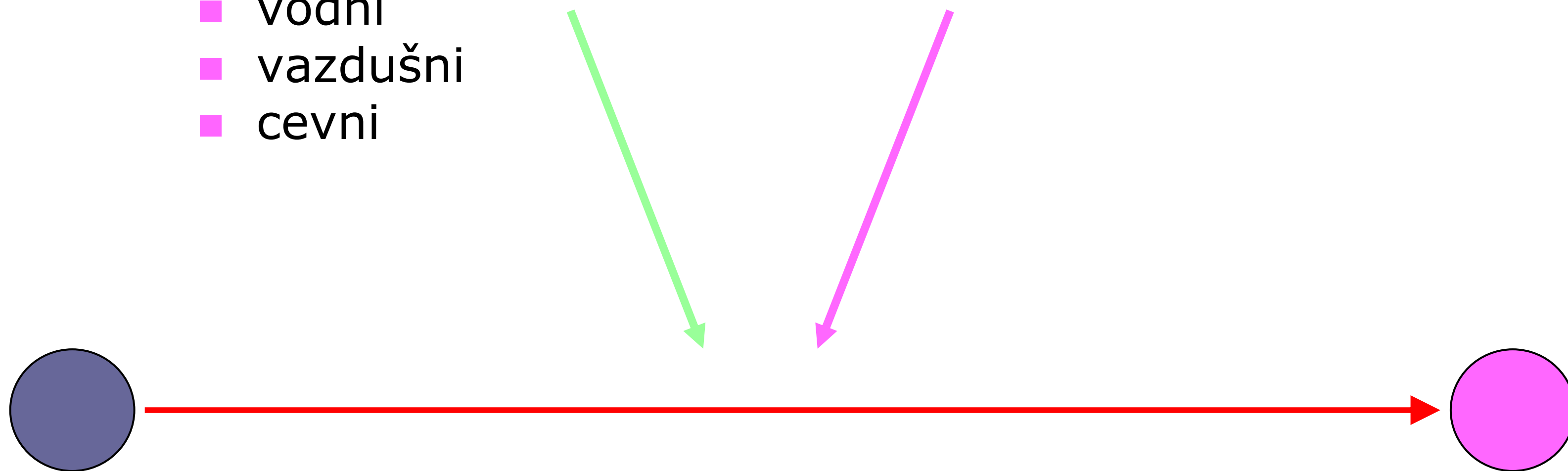


Varijante transportnog lanca

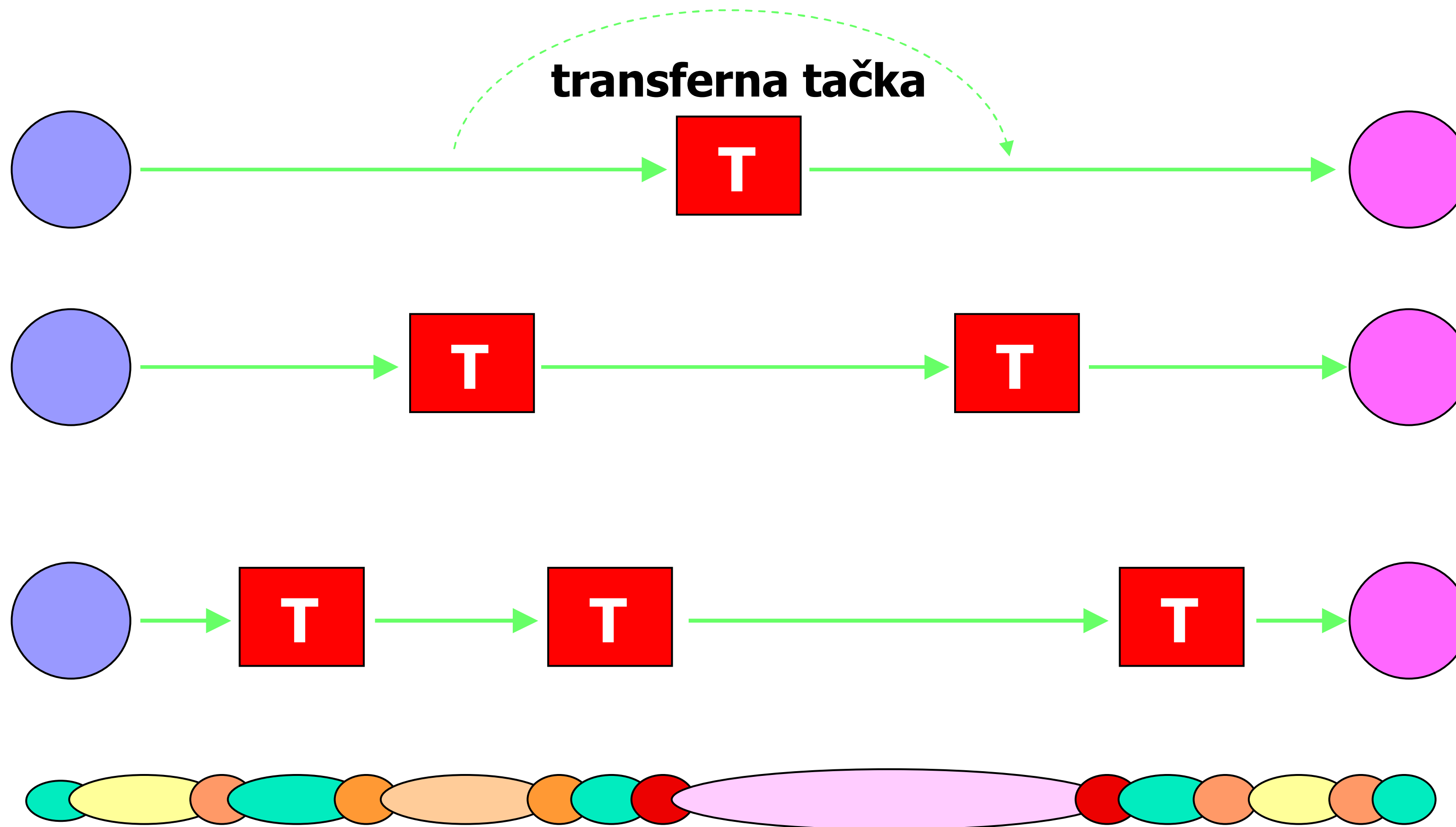
- Unimodalni – Multimodalni transportni lanci
- Klasične – intermodalne tehnologije

Varijante transportnog lanca

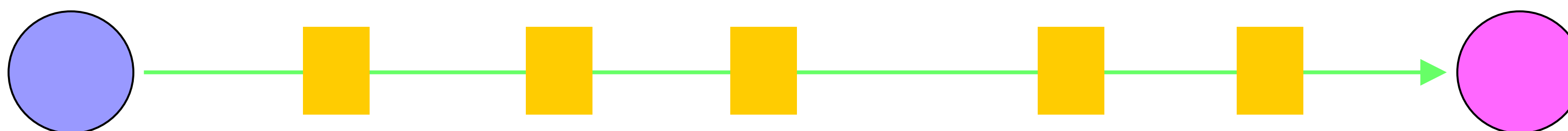
- VID TRANSPORTA
  - drumski
  - železnički
  - vodni
  - vazdušni
  - cevni
- **TEHNOLOGIJA**
  - klasični transport
  - intermodalni transport



Varijante transportnog lanca



Transportni lanac – predmet optimizacije



- Transportno-manipulativna jedinica
- Vid transporta – broj učesnika
- Tehnologija transporta, pretovara, skladištenja
- Broj, struktura, lokacija nosioca realizacije
- Transportni putevi
- Organizacija, strategija (MOB) itd.

Optimizacija transportnog lanca (TL)

- Zašto se radi optimizacija TL?
- Ko se bavi optimizacijom?
- Kada se sprovodi optimizacija?
- Kako se radi optimizacija TL-a?

Zašto se radi optimizacija TL?

- Svaka karika, aktivnost u transportnom lancu ima vremensku, troškovnu, kvalitativnu dimenziju što presudno utiče na efikasnost i konkurentnost učesnika u transportnom lancu.

Ko se bavi optimizacijom TL

Lanac je most koji spaja pošiljaoca i primaoca.

- Optimizacijom transportnih lanaca prvenstveno se bave: pošiljalac robe, primalac i davalac usluge.
  - ***Pošiljalac*** iz razloga što se njegova ponuda ne gleda samo na mestu nastanka robe, nego i na mestu konzumacije ili upotrebe robe.
  - ***Primalac*** je taj koji plaća, pa samim tim može i da bira.
  - ***Davalac usluge*** ostvaruje profit realizacijom TL

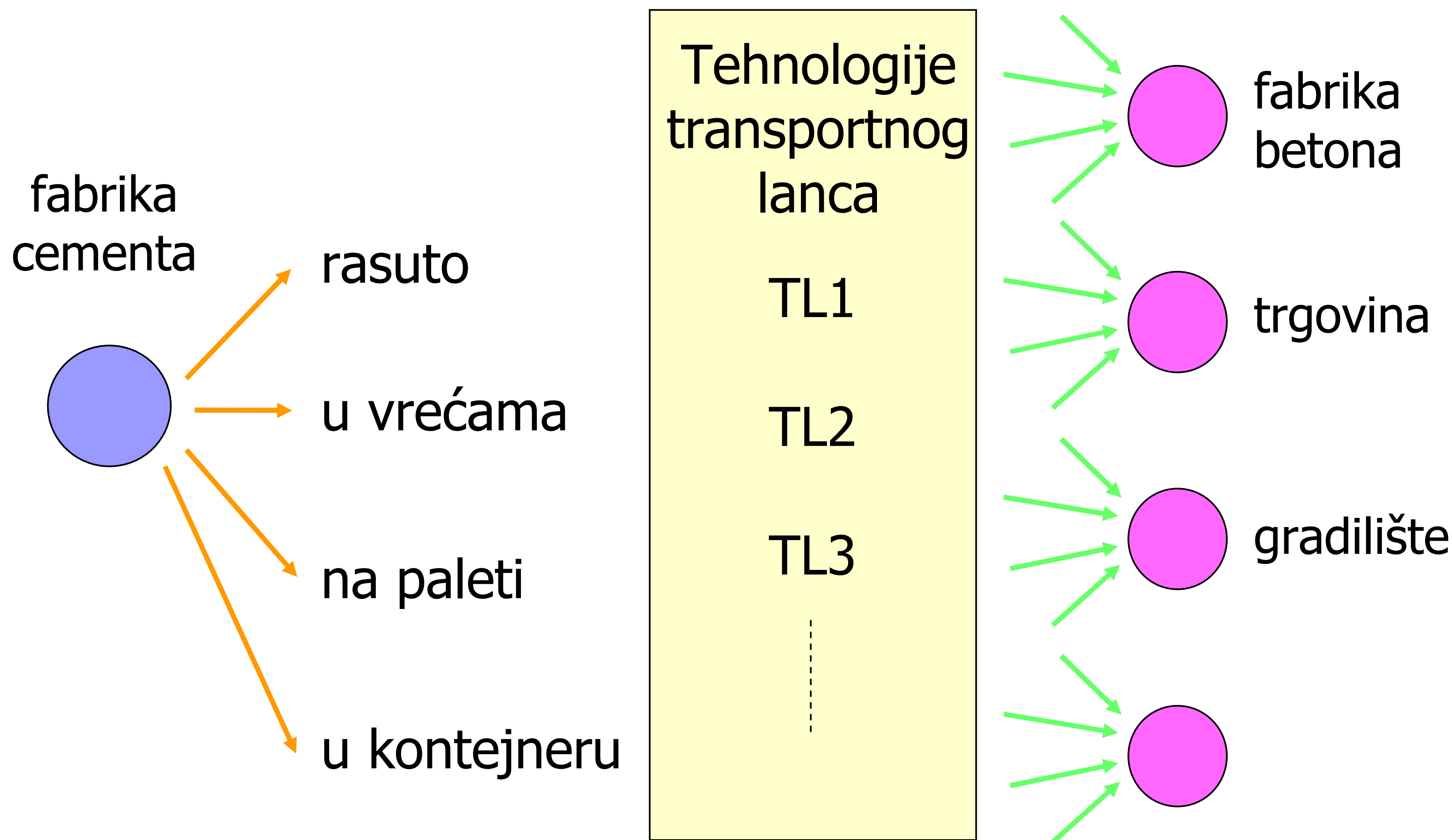
- Najčešće jedan pošiljalac ima više primalaca i jedan primalac ima više pošiljalaca



svaki lanac može imati svoju tehnologiju što je posledica niza uticaja

- Ako su tehnologije različite na početku i kraju transportnog lanca, neko se mora prilagoditi.
- Postavlja se pitanje gde se prilagođavati toj tehnologiji: na samom početku, na sredini ili na kraju transportnog lanca?

Potreba prilagođavanja tehnologijama



- Mora se voditi računa o tome da je lanac jedinstveni sistem i da promene na jednom izazivaju promene na njegovom drugom kraju.
- Postavlja se pitanje prilagođavanja i optimizacije:
  - šta znači prilagoditi se nečemu što "NIJE DOBRO"?!, ali isto tako i
  - šta znači prilagoditi se nečemu što je "DOBRO", a nije potrebno i mnogo košta?!

Kada se radi optimizacija TL

- Optimizacija se radi u uslovima ***postojeće*** tehnologije, ***rekonstrukcije*** logističkih sistema i ***novoprojektovanih*** sistema.
- Razlike u ova tri slučaja su:
  - Veći broj varijantnih rešenja je prisutan kod novoprojektovanih sistema
  - Limitirajući faktori su prisutniji kod rekonstrukcije u odnosu na novoprojektovana rešenja (pitanje ulaska kontejnera u fabrički krug nije jednostavno)
  - Investicije – njih nema kod postojećih sistema i optimicazije transportnih lanaca

- Postupci optimizacije se razlikuju u skladu sa različitim situacijama. Razlike su shodne:
  - LIMITIMA,
  - POTREBAMA,
  - ZAHTEVIMA

Algoritam optimizacije TL

- Definisanje osnovnih ciljeva koje treba da ostvari transportni lanac
- Definisanje osnovnih transportnih zahteva koji treba da se realizuju preko transportnog lanca
- Definisanje postojećih saobraćajno-transportnih sistema sa elementima i karakteristikama mreže
- Definisanje propisa i preporuka značajnih za realizaciju konkretnog rešenja transportnog lanca
- Utvrđivanje limitirajućih faktora
- Utvrđivanje osnovnih kriterijuma
- Formiranje varijantnih rešenja
- Vrednovanje varijanti
- Izbor optimalnog rešenja

Definisanje osnovnih ciljeva TL-a

- Ciljevi optimizacije transportnih lanaca su u skladu sa primarnim ciljevima kompanija koje učestvuju u transportnom lancu.
  - proizvođači,
  - trgovci,
  - uslužne kompanije,
  - davaoci logističke usluge
- Na osnovu ciljeva i interesa kompanija definišu se kriterijumi optimizacije.

Definisanje osnovnih transportnih zahteva

- mesto početka – završetka zahteva,
- vrsta, količina robe,
- pojavni oblik,
- zakon nastanka,
- specijalni zahtevi u pogledu vremena realizacije, kvaliteta, uslova, intervala strpljivosti itd.

Definisanje postojećih saobraćajno-transportnih sistema

- Dostupnost pojedinih vidova transporta
- Osnovne karakteristike transportne mreže
- Organizacione performanse pojedinih vidova transporta na posmatranim relacijama

Definisanje propisa i preporuka značajnih za realizaciju TL

- propisi,
- preporuke,
- stimulativne mere,
- standardi itd.

Utvrđivanje limitirajućih faktora

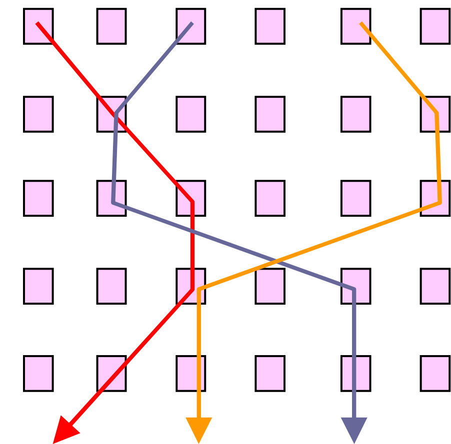
- vremenskih,
- prostornih,
- saobraćajnih,
- tehničko tehnoloških,
- ekonomsko finansijskih,
- pravno zakonskih,
- ekoloških,
- klimatskih,
- geoloških,....

Utvrđivanje osnovnih kriterijuma

- Ekonomski kriterijumi (investicije, troškovi, dobit itd.)
- Kriterijumi kvaliteta (vreme realizacije, pouzdanost, fleksibilnost, bezbednost, raspoloživost, stanje robe pri isporuci-oštećenje, otuđenje, rastur itd.)
- Ekološki kriterijumi (potrošnja energije, emisija štetnih gasova i čestica, buke, vibracija itd.)

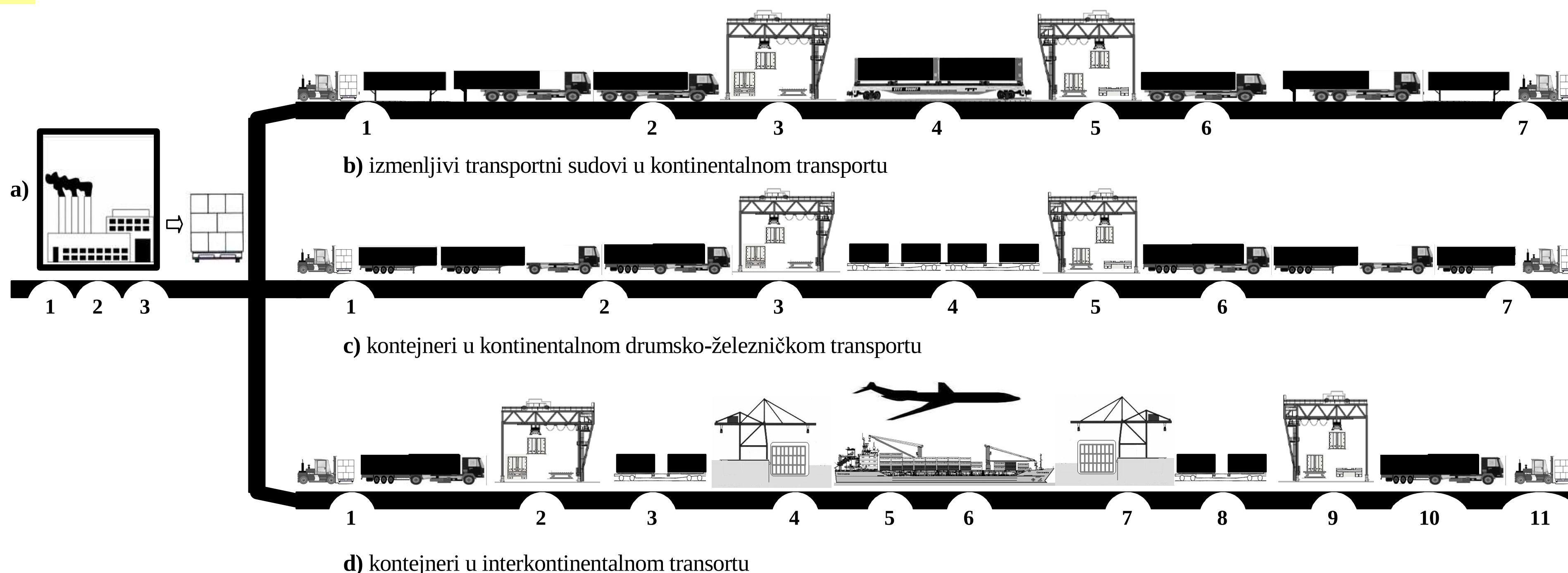
Formiranje varijantnih rešenja

- Cilj je da se formiraju sva moguća rešenja da bi mogla da se porede
- Analiziraju se zahtevi po varijantama i koncepcijama kod svih učesnika u lancu:
  - pošiljalac,
  - otpremni špediter,
  - prevoznik,
  - prijemni špediter,
  - primalac



- Definišu se tipične tehnologije lanaca
  - direktni i kombinovani lanci
  - ovo je vrlo važna komponenta imajući u vidu zahtev za kompatibilnim tehnologijama

Transportni lanci sa kontejnerom kao transportnom jedinicom



LEGENDA

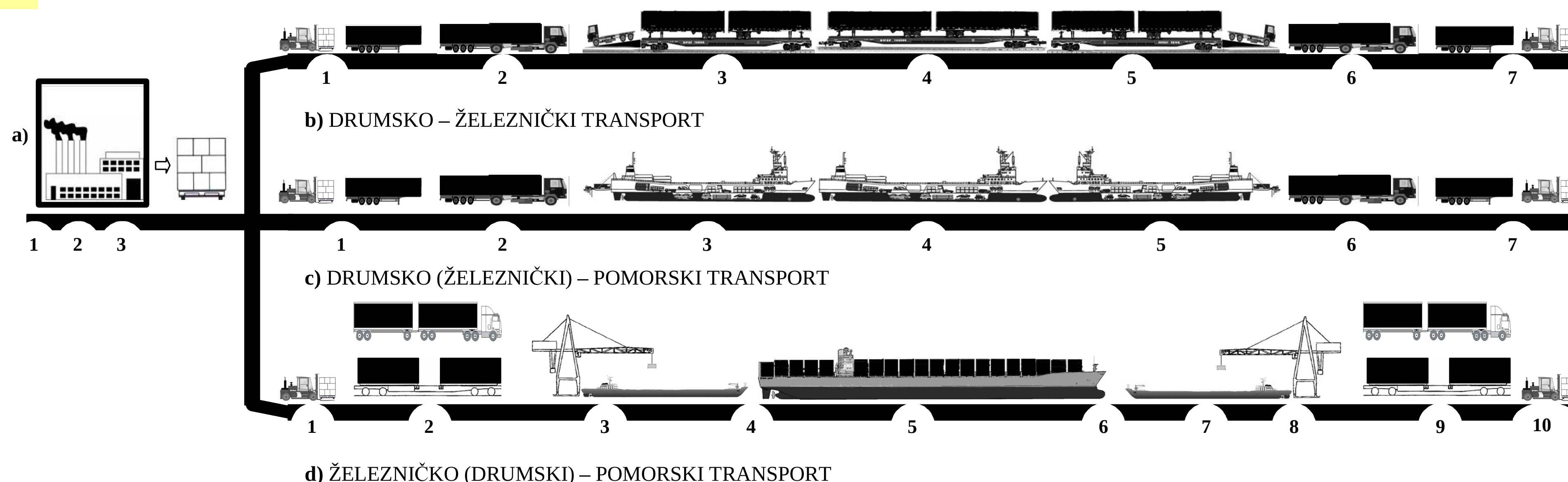
a)
1. Proizvodnja
2. Pakovanje
3. Formiranje paleta

b)
1. Utovar
2. Doprema u drumskom saobraćaju
3. Pretovar
4. Transport u železničkom saobraćaju
5. Pretovar
6. Otprema u drumskom saobraćaju
7. Istovar

c)
1. Utovar
2. Doprema u drumskom saobraćaju
3. Pretovar
4. Transport u železničkom saobraćaju
5. Pretovar
6. Otprema u drumskom saobraćaju
7. Istovar

d)
1. Utovar i doprema do terminala u rečnom saobraćaju
2. Pretovar
3. Doprema do lučkog terminala
4. Pretovar
5. Prevoz u vazdušnom saobraćaju
6. Prevoz u pomorskom saobraćaju
7. Pretovar
8. Otprema u rečnom saobraćaju
9. Pretovar
10. Otprema u drumskom saobraćaju
11. Istovar

Transportni lanci sa kontejnerom kao transportnom jedinicom



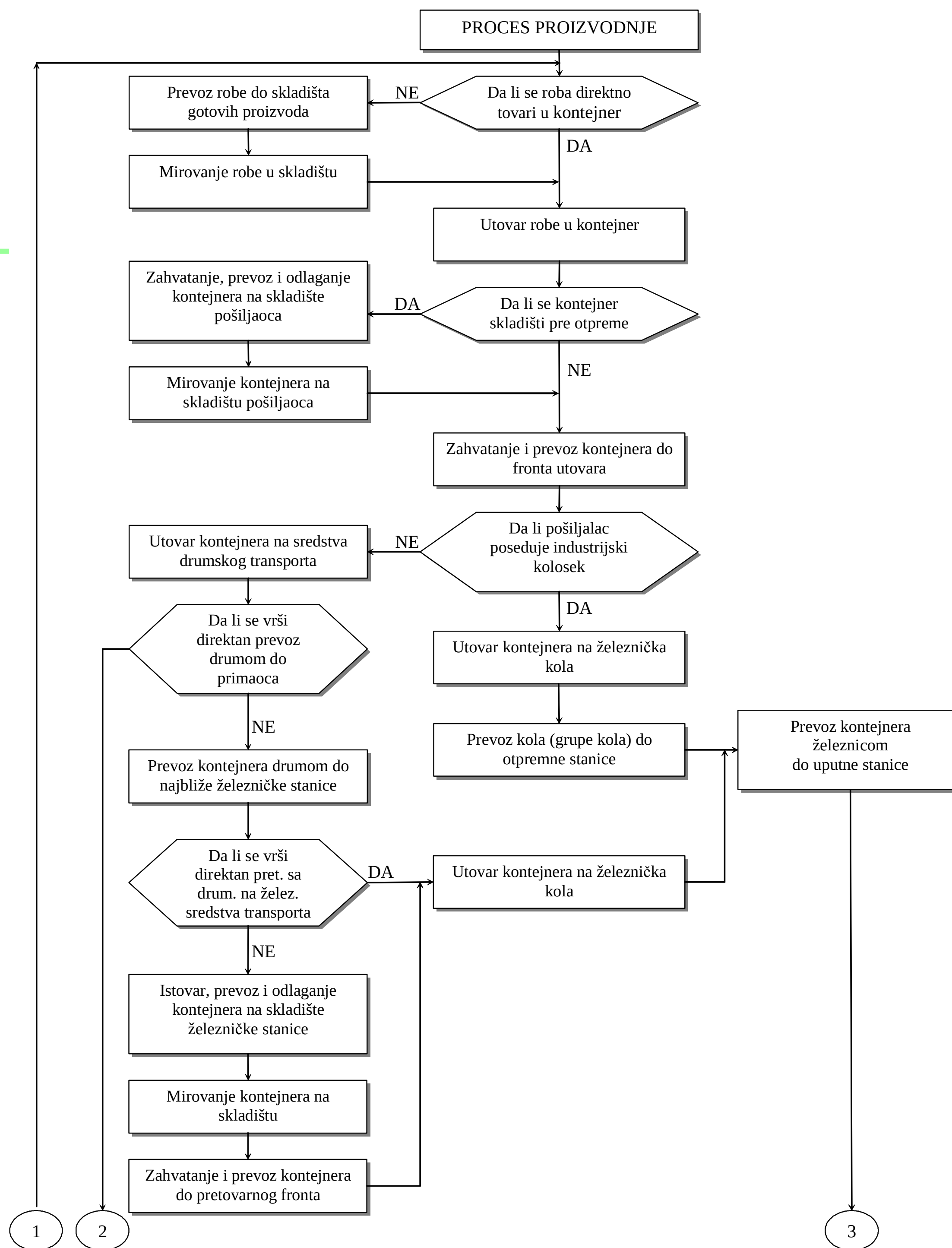
LEGENDA

a)
1. Proizvodnja
2. Pakovanje
3. Formiranje paleta

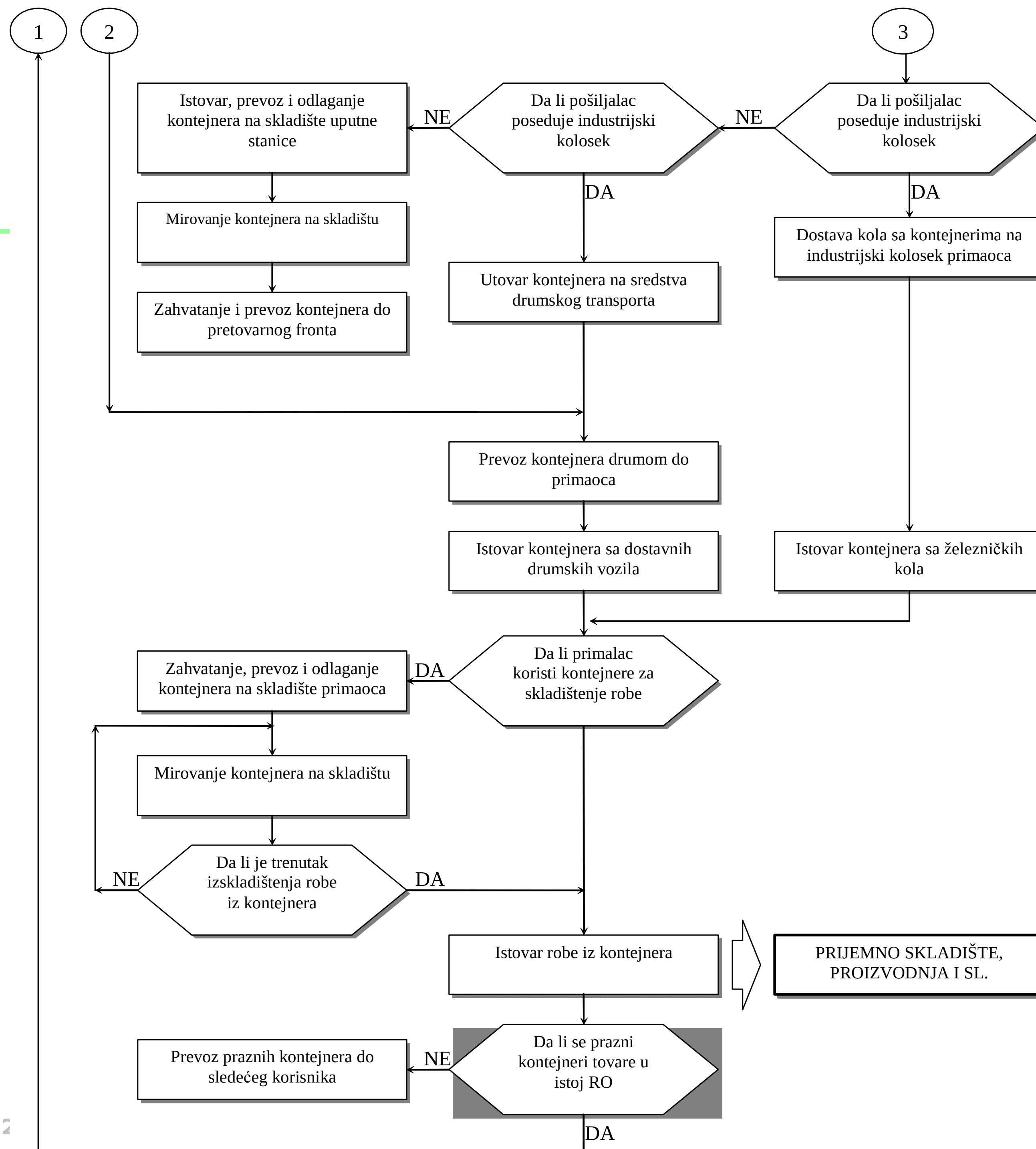
b)
1. Utovar
2. Doprema u drumskom saobraćaju
3. Pretovar
4. Prevoz u železničkom saobraćaju
5. Pretovar
6. Otprema u drumskom saobraćaju
7. Istovar

c)
1. Utovar
2. Doprema u drumskom saobraćaju
3. Pretovar
4. Pomorski saobraćaj
5. Pretovar
6. Otprema u drumskom saobraćaju
7. Istovar

d)
1. Utovar
2. Doprema u železničkom ili drumskom saobraćaju
3. Pretovar i prevoz u rečnom saobraćaju
4. Petovar
5. Transport u pomorskom saobraćaju
6. Pretovar
7. Prevoz u rečnom saobraćaju
8. Pretovar
9. Otprema u železničkom ili drumskom saobraćaju
10. Istovar



Algoritam tehnologije kopnenog transporta kontejnera

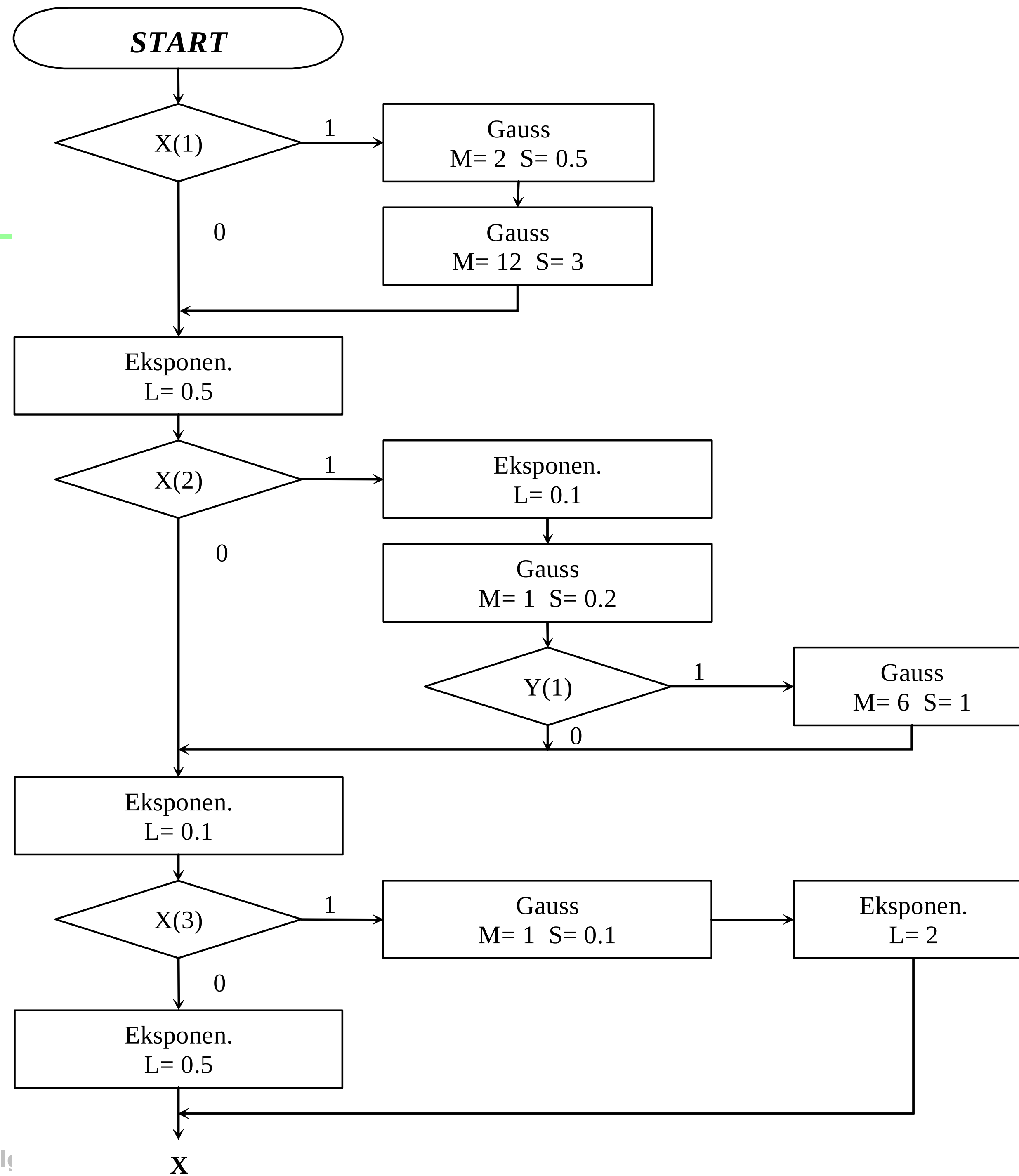

1
2
3
Istovar, prevoz i odlaganje kontejnera na skladište uputne stanice
NE
Da li pošiljalac poseduje industrijski kolosek
NE
Da li pošiljalac poseduje industrijski kolosek
DA
DA
Mirovanje kontejnera na skladištu
Dostava kola sa kontejnerima na industrijski kolosek primaoca
Utovar kontejnera na sredstva drumskog transporta
Zahvatanje i prevoz kontejnera do pretovarnog fronta
Prevoz kontejnera drumom do primaoca
Istovar kontejnera sa dostavnih drumskih vozila
Istovar kontejnera sa železničkih kola
Zahvatanje, prevoz i odlaganje kontejnera na skladište primaoca
DA
Da li primalac koristi kontejnere za skladištenje robe
Mirovanje kontejnera na skladištu
NE
Da li je trenutak izskladištenja robe iz kontejnera
DA
Istovar robe iz kontejnera
PRIJEMNO SKLADIŠTE, PROIZVODNJA I SL.
Prevoz praznih kontejnera do sledećeg korisnika
NE
Da li se prazni kontejneri tovare u istoj RO
DA

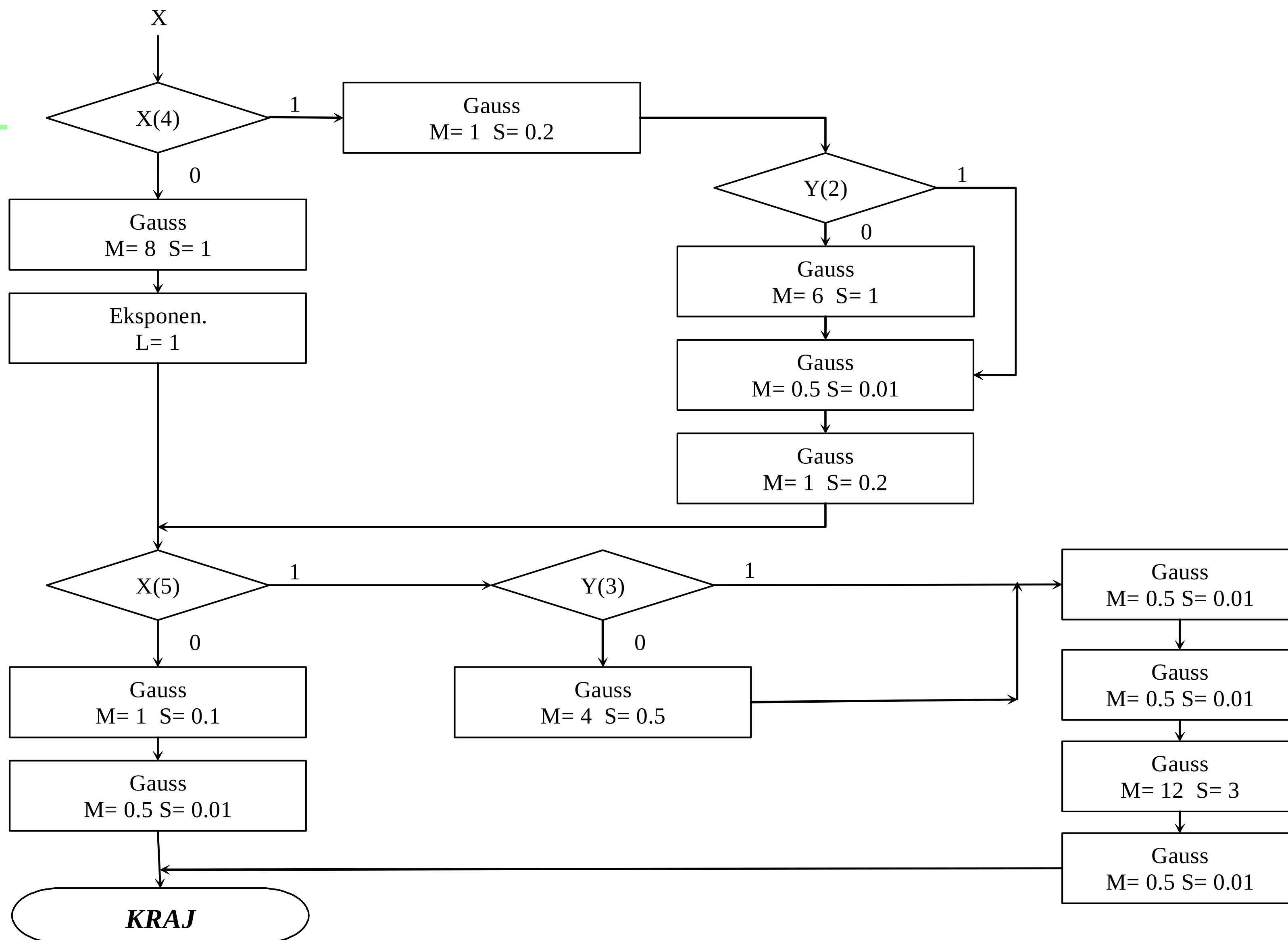
TEHNOLOŠKI ELEMENTI / TEHNOLOŠKI ZAHTEVI		Mauelna radna snaga	Otvoreno (zatvoreno) skladište	Mehanizacija pretovara	Železnički vagoni	Drumsko vozilo	Plato rampa za utovar železničkih kola	Plato rampa za utovar u drumska vozila	Plato rampa za istovar iz železničkih kola	Plato rampa za istovar drumskih vozila	Industrijski kolosek	Manevarska lokomotiva	Lokomotiva odgovarajuće železničke uprave	Železničko osoblje	Železnička javna infrastruktura	Drumska javna infrastruktura	Otpremna železnička stanica	Pretovarna železnička stanica	Uputna železnička stanica	Drumska vaga	Železnička kolska vaga
1.	Pakovanje robe i priprema za transport	■					■	■													
2.	Uskladištenje	■	■	■																	
3.	Mirovanje robe		■																		
4.	Izskladištenje	■	■	■																	
5.	Postava vagona na industrijski kolosek				■		■				■	■		■							
6.	Utovar drumskih vozila	■		■		■		■													
7.	Utovar vagona	■		■	■		■														
8.	Prevoz robe drumom					■										■					
9.	Izvlačenje kola sa industrijskog koloseka				■						■	■		■							
10.	Prevoz kola do otpremne železničke stanice				■						■	■	■	■							
11.	Ranžiranje kola				■							■		■			■				
12.	Prevoz kola do uputne stanice				■								■	■	■						
13.	Istovar robe iz drumskog vozila i uskladištenje	■	■	■		■				■											
14.	Istovar robe iz železničkog vagona i uskladištenje	■	■	■	■				■												
15.	Pretovar (drum – železnica)	■	■		■	■	■			■							■				
16.	Pretovar (železnica – drum)	■	■		■	■		■	■								■				
17.	Predaja kola primaocu				■									■					■		
18.	Dovlačenje kola na industrijski kolosek				■						■	■		■							
19.	Postavljanje vozila na industrijski front primaoca					■				■											
20.	Kvantitativni i kvalitativni prijem robe prispele drumom					■				■										■	
21.	Kvantitativni i kvalitativni prijem robe prispele železnicom				■				■		■										■
22.	Postava železničkih kola na istovarno mesto	■	■		■						■	■		■							
23.	Istovar vagona	■	■		■				■		■										
24.	Istovar drumskih vozila	■	■			■				■											
25.	Odlaganje robe na frontu istovara	■	■						■	■											
26.	Zahvatanje robe sa fronta istovara	■	■						■	■											
27.	Mirovanje robe u skladištu primaoca			■																	

TEHNOLOŠKI ELEMENTI / TEHNOLOŠKI ZAHTEVI		Sredstva unutrašnjeg transporta	Manuelna radna snaga	Skladištenje robe	Skladištenje kontejnera	Industrijski kolosek	Interna drumska saobraćajnica	Javna drumska infrastruktura	Javna železnička infrastruktura	Drumska vozila za prevoz kontejnera	Drumska vozila sa manipulatorom za kontejnere	Železnička (plato i druga) kola za prevoz kontejnera	Mosne dizalice, manipulativni platoi, bočni i čeoni viljuškari opremljeni sprederom	Oprema i postrojenja za čišćenje, pranje, dezinfekciju i opravku kontejnera	Kontejner
1.	Prevoz robe do otpremnog skladišta	■	■				■								
2.	Mirovanje robe u otpremnom skladištu			■											
3.	Utovar robe u kontejner	■	■							■		■			■
4.	Skladištenje kontejnera kod pošiljaoca				■					■					■
5.	Manipulacija kontejnera kod pošiljaoca										■		■		■
6.	Otprema kontejnera železnicom					■			■			■			■
7.	Otprema kontejnera drumom do pošiljaoca						■	■		■	■				■
8.	Prevoz kontejnera drumom							■		■	■				■
9.	Pretovar kontejnera u terminalu										■		■		■
10.	Skladištenje kontejnera u terminalu				■					■					■
11.	Prevoz kontejnera želzenicom								■			■			■
12.	Dostava kontejnera primaocu drumom						■	■		■	■				■
13.	Dostava kontejnera primaocu železnicom					■			■			■			■
14.	Istovar kontejnera kod primaoca										■		■		■
15.	Skladištenje kontejnera kod primaoca				■					■					■
16.	Istovar robe iz kontejnera kod primaoca	■	■							■		■			■
17.	Skladištenje robe u prijemnom skladištu			■											■
18.	Manipulisanje praznih kontejnera										■		■		■
19.	Čišćenje, opravka kontejnera		■											■	■
20.	Prevoz praznih kontejnera do mesta novog utovara u istoj RO						■						■		■

Vrednovanje varijantnih rešenja

- Utvrđuje se vrednost svakog od kriterijuma za svako varijantno rešenje
- Primena modela za kvantifikaciju parametara TL (analitički modeli, heuristički modeli itd.)
- Analiza osetljivosti

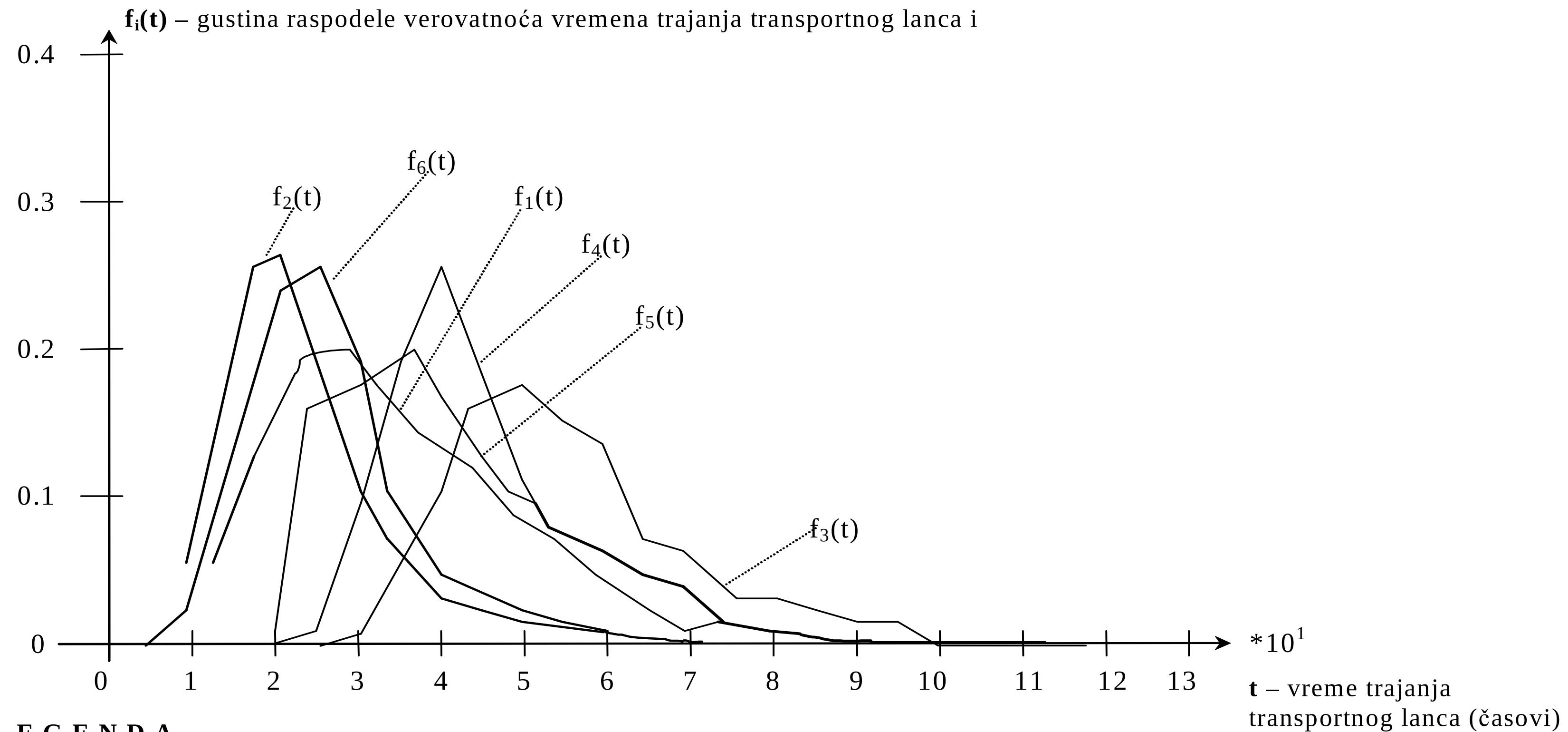

START
X(1)
1
Gauss
M= 2 S= 0.5
0
Gauss
M= 12 S= 3
Eksponen.
L= 0.5
X(2)
1
Eksponen.
L= 0.1
0
Gauss
M= 1 S= 0.2
Y(1)
1
Gauss
M= 6 S= 1
0
Eksponen.
L= 0.1
X(3)
1
Gauss
M= 1 S= 0.1
Eksponen.
L= 2
0
Eksponen.
L= 0.5
X


X
X(4)
1
Gauss
M= 1 S= 0.2
0
Gauss
M= 8 S= 1
Eksponen.
L= 1
Y(2)
1
0
Gauss
M= 6 S= 1
Gauss
M= 0.5 S= 0.01
Gauss
M= 1 S= 0.2
X(5)
1
Y(3)
1
Gauss
M= 0.5 S= 0.01
0
Gauss
M= 1 S= 0.1
0
Gauss
M= 4 S= 0.5
Gauss
M= 0.5 S= 0.01
Gauss
M= 0.5 S= 0.01
Gauss
M= 12 S= 3
Gauss
M= 0.5 S= 0.01
KRAJ

Funkcija raspodele verovatnoća vremena trajanja trans. lanaca

VREME TRAJANJA TRANS. LANACA U ČASOVIMA	*POLIGON FREKVENCIJA I FUNCKIJA RASPODELE VEROVATNOĆA VREMENA TRAJANJA TRANSPORTNIH LANACA*											
	TL - 1		*TL - 2*		*TL - 3*		*TL - 4*		*TL - 5*		*TL - 6*	
KLASE	*FRK.*	*KUMUL.*	*FRK.*	*KUMUL.*	*FRK.*	*KUMUL.*	*FRK.*	*KUMUL.*	*FRK.*	*KUMUL.*	*FRK.*	*KUMUL.*
0 – 5											1	0.001
5 – 10			37	0.037							11	0.012
10 – 15	38	0.038	248	0.285							99	0.111
15 – 20	115	0.153	247	0.532			1	0.001	3	0.003	226	0.337
20 – 25	164	0.317	184	0.716	1	0.001	18	0.019	141	0.144	230	0.567
25 - 30	171	0.488	110	0.826	5	0.006	92	0.111	153	0.297	180	0.747
30 – 35	143	0.631	69	0.895	49	0.055	191	0.302	181	0.478	106	0.853
35 - 40	119	0.750	39	0.934	102	0.157	240	0.542	165	0.643	58	0.911
40 – 45	70	0.820	21	0.955	144	0.301	168	0.710	109	0.752	41	0.952
45 - 50	53	0.873	18	0.973	162	0.463	115	0.825	62	0.814	23	0.975
50 - 55	46	0.919	12	0.985	135	0.598	58	0.883	60	0.874	12	0.987
55 - 60	27	0.946	5	0.990	117	0.715	42	0.925	39	0.913	6	0.993
60 - 65	16	0.962	7	0.997	78	0.793	27	0.952	30	0.943	3	0.996
65 – 70	8	0.970	1	0.998	70	0.863	24	0.976	25	0.968	2	0.998
70 – 75	9	0.979	1	0.999	36	0.899	11	0.987	11	0.979		
75 – 80	5	0.984			35	0.934	2	0.989	7	0.986	1	0.999
80 - 85	8	0.992	1	1.000	21	0.955	5	0.994	5	0.991	1	1.000
85 – 90	3	0.995			14	0.969	3	0.997	3	0.994		
90 – 95	2	0.997			15	0.984	1	0.998	2	0.996		
95 – 100					2	0.986	2	1.000	3	0.999		
100 – 105	1	0.998			5	0.991						
105 – 110					5	0.996						
110 - 115	1	0.999			3	0.999			1	1.000		
115 – 120	1	1.000										
120 – 125												
125 – 130					1	1.000						

Gustina raspodele verovatnoća vremena trajanja trans. lanaca



L E G E N D A

TL_i, i=1,2,...6 – transportni lanac i
M – matematičko očekivanje vremena trajanja transportnog lanca (časovi)
S – standardno odstupanje (časovi)

TL_1 – M=33.47; S=14.88
TL_2 – M=21.89; S=10.64
TL_3 – M=54.19; S=15.27
TL_4 – M=41.45; S=11.46
TL_5 – M=37.92; S=14.02
TL_6 – M=25.31; S=10.15

Izbor optimalnog rešenja

- Primena metode višekriterijumskog vrednovanja
- Interaktivni postupci odlučivanja
- Preglednost rezultata optimizacije